



INVESTOR IN PEOPLE

PN - FR2512951 A 19830318

PD - 1983-03-18

PR - FR19810017423 19810915

OPD - 1981-09-15

IN - PARQUIER GUY LE

PA - THOMSON CSF (FR)

EC - G02F1/315 ; H04R23/00D

IC - G01L1/24 ; H04R23/00

CT - FR2032909 A []; US3443098 A []; US3649105 A [];

DE2834317 A []

© WPI / DERWENT

TI - Microphone for optical fibre communications link - uses membrane with light absorbing surface to affect optical path in totally reflective prism

PR - FR19810017423 19810915

PN - FR2512951 A 19830318 DW198316 015pp

PA - (CSFC) THOMSON CSF

IC - G01L1/24 ; H04R23/00

IN - LEPARQUIER G

AB - FR2512951 A prism (2) with total internal reflection has a flexible membrane (5) fitted into a housing (7) in its large face. The membrane has a hole (5a) to permit balancing of the static pressure on both faces. The prism is mounted in a support (24) and has a protective grid (25) covered by the mouthpiece (22) screwed onto the handset (21).

- The handset has two housings (27a,b) in which collimating lenses (3a,b) are fitted with their focal points at the ends of optical fibres (4a,b) and adjacent to the small faces of the prism. One optical fibre (4a) permits coupling of the prism to an external light source while the other fibre is coupled to a photodetector. Movement of the membrane which has a light absorbing surface facing the prism causes part of the light energy to be subtracted from the transmitted energy.(8/9)

OPD - 1981-09-15

AN - 1983-F1879K [16]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 512 951

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 17423

(54) Transducteur optique de force et microphone comprenant un tel transducteur.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 8). G 01 L 1/24; H 04 R 23/00.

(22) Date de dépôt..... 15 septembre 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 11 du 18-3-1983.

(71) Déposant : Société dite : THOMSON-CSF, société anonyme. — FR.

(72) Invention de : Guy Le Parquier.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Philippe Guilguet, Thomson-CSF, SCPI,
173, bd Haussmann, 75360 Paris Cedex 08.

TRANSDUCTEUR OPTIQUE DE FORCE ET MICROPHONE
COMPRENANT UN TEL TRANSDUCTEUR.

La présente invention concerne un transducteur optique permettant la mesure d'une force ; elle concerne également un microphone comprenant un tel transducteur.

5 L'utilisation des ondes optiques permet de réaliser de nombreux dispositifs, notamment des transducteurs, de dimensions réduites, peu susceptibles aux interférences électromagnétiques et ayant un isolement galvanique naturel.

10 En optique physique, on connaît le phénomène de réflexion interne totale à la frontière de deux milieux optiques dont l'indice de réfraction relatif est inférieur à l'unité. En dépit du fait qu'à l'intérieur du milieu de plus forte réfringence, l'énergie de l'onde incidente est totalement réfléchie, il existe néanmoins une onde optique connue comme l'onde évanescente qui se propage dans le milieu de moindre réfringence. Il en résulte que, si l'on peut
15 accéder à cette onde évanescente, et y placer un élément absorbant, diffusant ou réfléchissant, on peut varier le niveau de l'onde réfléchie.

20 Un transducteur optique, selon l'invention, permettant la mesure d'une force, comprend : un prisme optique à réflexion interne totale, où au moins sur l'une de ses faces peuvent prendre naissance des ondes optiques évanescentes, cette face comportant une membrane absorbante déformable sous l'action de la force à mesurer ; un premier moyen optique destiné à coupler ce prisme à une source de lumière extérieure et un second moyen optique similaire destiné à
25 coupler ce prisme à un dispositif détecteur de lumière.

Un transducteur selon l'invention permet, notamment, la mesure du niveau d'une source acoustique et de reproduire les sons en provenance d'une source vocale, sous la forme d'une modulation d'amplitude de la composante réfléchie du faisceau incident. Il en

résulte qu'un tel transducteur permet de réaliser un microphone, notamment un microphone pour poste téléphonique utilisant une onde porteuse optique.

5 D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description détaillée qui va suivre, faite en regard des dessins annexés et donnant, à titre explicatif et nullement limitatif, une forme de réalisation d'un transducteur optique et d'un microphone plus particulièrement destiné à équiper un poste de

10 Sur ces dessins :

- La figure 1 est une représentation du phénomène de réflexion totale à la frontière de séparation de deux milieux optiques différents.

15 - La figure 2 est un schéma optique représentant un transducteur optique selon l'invention.

- La figure 3a représente une variante de réalisation du moyen permettant de supporter la membrane flexible sur une face du prisme.

20 - La figure 3b représente une variante de réalisation de la membrane flexible de la figure 3a.

La figure 4 représente un mode de réalisation d'un transducteur dans lequel les ondes évanescentes sont interceptées par un obstacle métallique.

25 - La figure 5 est un schéma optique représentant une variante de réalisation du transducteur optique de la figure 2.

- La figure 6 est un transducteur optique dans lequel le trajet optique des ondes comporte deux réflexions totales.

- La figure 7 est une forme de réalisation d'un transducteur optique comportant une voie optique de référence.

30 - La figure 8 est une vue en coupe d'un boîtier de microphone pour combiné téléphonique.

La figure 1 représente les trajets optiques des ondes optiques à la frontière X séparant un premier milieu transparent d'indice de réfraction n_1 et un second milieu transparent, de moindre réfrin-

gence, d'indice de réfraction n_2 . Lorsqu'est satisfaite la relation suivante :

$$\sin \theta > n = \frac{n_2}{n_1}$$

5 l'énergie lumineuse incidente se courbe dans le second milieu et retourne dans le premier milieu selon une direction symétrique par rapport à l'axe Z perpendiculaire au plan de X. Si les milieux sont parfaitement transparents, l'énergie de l'onde incidente est égale à l'énergie de l'onde réfléchie. Toutefois, l'existence d'une onde évanescente dans le second milieu a été démontrée par le calcul et
10 vérifié expérimentalement. L'amplitude de cette onde évanescente le long de l'axe Z est proportionnelle à un facteur e^{-mz} , la grandeur du paramètre m étant de l'ordre de $2\pi/\lambda$, où λ est la longueur d'onde associée à l'énergie de l'onde optique. Dès que l'on s'écarte de quelques longueurs d'ondes de la frontière X, l'amplitude de cette
15 onde évanescente devient extrêmement faible.

Si le second milieu est l'air, ou le vide, il est possible de déposer, sur l'axe Z et suffisamment près de la frontière X, un élément perturbateur ; et ainsi de modifier les conditions de propagation de l'onde évanescente et, par voie de conséquence, le
20 niveau de l'énergie de l'onde réfléchie. Selon la nature optique de cet élément perturbateur : réfringente, absorbante ou réfléchissante, ou encore diffusante, l'onde évanescente peut être propagée au-delà de la frontière X, absorbée, déviée ou diffusée.

La figure 2 est un schéma optique représentant une forme de
25 réalisation d'un transducteur optique de mesure d'une force, conforme à l'invention. Ce transducteur optique 1 comprenant les éléments suivants :

- Un prisme 2 réalisé en un matériau transparent réfringent, tel que le verre, ce prisme comportant deux faces mutuellement orthogonales, ou petites faces du prisme, respectivement les faces
30 2a et 2b, une troisième face, ou grande face 2c ; le trajet du faisceau lumineux dans ce prisme est matérialisé par son axe en

trait plein, et l'étendue de ce faisceau par les traits en pointillés.

- deux moyens optiques de couplage au prisme : un premier moyen de couplage, situé en regard de la petite face 2a, permettant de coupler le prisme à une source de lumière extérieure et un second moyen de couplage situé en regard de la petite face 2b, permettant de coupler le prisme à un photodétecteur extérieur ; ces deux moyens de couplage sont identiques et disposés symétriquement par rapport à l'axe Z du prisme. Un moyen optique de couplage comprend :

une lentille collimatrice 3_a ou 3_b et une fibre optique 4_a ou 4_b dont la face de sortie, ou embout, est située au foyer de cette lentille,

- un élément déformable 5 d'aire (S), cet élément est, par exemple, une membrane flexible de forme circulaire située sur l'axe Z et maintenue parallèlement à distance de la surface de la grande face du prisme par un élément annulaire 6 dont l'épaisseur est de l'ordre de la longueur d'onde des ondes optiques et, au moins, la face interne de cette membrane est constituée d'une couche absorbante de la lumière.

Les parties du prisme non actives, telles que représentées par des traits en pointillés, peuvent être éliminées. Lorsque la membrane flexible est l'objet d'une pression différentielle $P = P_1 - P_2$, la force résultante $F = PS$ l'incurve sensiblement et une fraction plus ou moins importante de l'énergie des ondes évanescentes est absorbée et, par voie de conséquence, une énergie équivalente est soustraite de l'onde réfléchie.

La figure 3a représente une variante de réalisation du moyen permettant de supporter la membrane flexible. Une cuvette circulaire 7 est usinée dans la face 2c du prisme et la membrane 5 est maintenue sur les bords de cette cuvette. Si le matériau de construction du prisme est en un matériau tel que le verre, la cuvette peut être réalisée par usinage ionique.

La membrane peut, selon une variante de réalisation, être réalisée en un matériau réfringent transparent et la couche absorbante de la lumière déposée sur la face externe de la membrane.

La figure 3b représente une autre variante de réalisation du moyen permettant de supporter la membrane flexible à proximité de la surface de la face du prisme 2. Selon cette variante de réalisation, la membrane 5 est encastrée sur le prisme dont la face est optiquement plane, tout au moins dans la région d'interaction des ondes incidentes et réfléchies. Dans la surface interne de cette membrane est usinée une cuvette 7 de très faible profondeur. Comme décrit précédemment, cette membrane peut être réalisée en un matériau transparent réfringent et sa surface externe recouverte d'une couche d'un matériau absorbant la lumière ou, différemment, rendue diffusante.

La figure 4 représente un mode de réalisation du transducteur suivant lequel les ondes évanescentes sont interceptées par un obstacle et sont déviées à l'extérieur du prisme. L'obstacle est un élément métallique 8 comportant un bord effilé 8_a ; cet élément représenté exagérément agrandi, est situé parallèlement sur l'axe Z du prisme et solidaire de la membrane flexible (non représentée) mais décrite précédemment; toutefois, la profondeur de la cuvette peut être relativement plus importante.

La figure 5 est un schéma optique représentant une variante de réalisation du transducteur optique décrit à la figure 2. Selon cette variante, le premier moyen optique de couplage comprend la lentille collimatrice 3a et la fibre optique 4a, tandis que le second moyen de couplage comprend ces mêmes éléments 3a et 4a et un élément réfléchissant 9 situé sur la face 2b du prisme et sur le trajet optique des ondes réfléchies. On peut noter que ce transducteur est un transducteur à double effet puisque les ondes évanescentes associées aux ondes aller et aux ondes retour sont interceptées par la membrane 5. L'élément réfléchissant peut être obtenu par dépôt d'un film métallique réfléchissant. Le transducteur optique peut être connecté à une source de lumière et un photodétecteur par l'intermédiaire d'un dispositif susceptible de séparer le flux de lumière aller du flux lumineux de retour.

Dans un prisme à réflexion interne totale, lorsque le trajet

optique des ondes est perpendiculaire à la grande face du prisme, il se produit une double réflexion totale sur les deux petites faces.

5 La figure 6 est un schéma optique représentant un transducteur optique à double réflexion totale interne. Dans ce transducteur, les moyens optiques de couplage sont identiques à ceux précédemment décrits et sont disposés symétriquement en regard de la grande face 2c du prisme. La petite face 2a comporte une microcuvette 7 fermée par la membrane flexible 5. La surface de la petite face 2b du prisme ne doit pas être perturbée par la présence de poussières ou de corps extérieurs ; à cet effet, cette surface peut être recouverte d'un film protecteur métallique 10 ou d'une couche d'un matériau transparent très faiblement réfringent.

10 La sensibilité du transducteur est proportionnelle au niveau d'énergie des ondes incidentes sur la face active du prisme et est fonction des pertes de transmission éventuelles dans les fibres optiques d'entrée/sortie. Si le transducteur doit effectuer des mesures de force absolues et précises, un moyen optique de couplage complémentaire peut être disposé comme représenté sur la figure 7.

15 Le moyen optique d'entrée de couplage au prisme 2 comprend l'ensemble lentille/fibre optique 3a, 4a destiné à collimater le faisceau lumineux incident sur la face 2a du prisme qui comporte, sur une partie limitée, une microcuvette 7 recouverte de sa membrane flexible 5.

20 Sur la face 2c du prisme, on retrouve le moyen optique de sortie de couplage au prisme comprenant l'ensemble lentille/fibre optique 3b, 4b et on dispose un moyen optique de référence de couplage au prisme comprenant l'ensemble lentille/fibre optique 3c, 4c. La face 2b et la partie de la face 2a n'incluant pas la microcuvette 5 peuvent recevoir des éléments protecteurs 10a et 10b similaires à celui décrit à la figure 6.

25 30 On décrira, maintenant, une application de ce transducteur à la téléphonie optique, et plus précisément, à un microphone destiné à un poste téléphonique raccordé à un réseau par une liaison optique comportant une paire de fibres optiques.

La figure 8 représente, selon une vue en coupe, le boîtier de microphone 20 d'un combiné téléphonique. Les éléments 21 et 22 sont, respectivement, une extrémité du manche du combiné téléphonique et un couvercle ajouré ; ces deux éléments sont solidarisés par un filetage 23 pour constituer un boîtier de microphone à l'intérieur duquel peut être disposé un transducteur optique similaire à celui décrit précédemment, à la figure 2. Ce transducteur optique comprend un prisme 2 à réflexion interne totale ; sur la grande face de ce prisme, est encastrée la membrane flexible 5 dans laquelle est usinée la microcuvette 7. Le prisme 2 est encastré dans un support 24, muni d'une grille de protection mécanique 25 qui peut être maintenue par sertissage sur l'élément 25 ; entre cette grille de protection et ce support, on peut éventuellement disposer une toile 26, mince, permettant de protéger le transducteur optique de l'environnement. L'élément 21 comporte deux logements 27a et 27b dans lesquels sont logées les lentilles collimatrices 3a et 3b et les embouts des fibres optiques 4a et 4b. De plus, la membrane 5 est traversée par au moins un trou 5a destiné à équilibrer la pression statique sur les deux faces de cette membrane.

Les éléments suivants : le prisme optique 2 équipé de sa membrane flexible 5, le support 24 et la grille de protection 25 mécanique de la membrane constituent une capsule microphonique qui peut être facilement introduite dans le boîtier de microphone ou retirée en cas d'avarie. Les moyens optiques de couplage au prisme peuvent indifféremment être connectés à la voie aller ou à la voie retour de la liaison optique du réseau téléphonique.

On voit maintenant plus clairement les avantages que présente un transducteur optique selon l'invention et, notamment, l'avantage de fournir une modulation directe d'un signal lumineux porteur par une source acoustique extérieure. De plus, ce transducteur optique de structure compacte est extrêmement robuste.

L'invention n'est pas strictement limitée à la forme de réalisation décrite, tant dans ses caractéristiques que dans ses applications ; en particulier, la forme des éléments peut être modifiée et la

- 5 nature des matériaux peut être variée, notamment les composants optiques peuvent être réalisés avec des matériaux plastiques et obtenus par un procédé de moulage. D'un autre côté, le transducteur optique trouve des applications : dans la mesure de la pression d'un fluide, dans la détection du niveau d'un fluide etc ... Ce transducteur optique peut être avantageusement mis en oeuvre dans un catheter qui peut être utilisé avec sécurité étant donné l'absence de toute source de courant électrique dans le dispositif.

REVENDICATIONS

5 1. Transducteur optique permettant la mesure d'une force, caractérisé en ce qu'il comprend : un prisme optique (2) à réflexion interne totale, sur l'une des faces duquel peuvent prendre naissance (5) des ondes évanescentes, cette face (2c) comportant un élément déformable sous l'action de la force à mesurer ; un premier moyen optique (3a, 4a) destiné à coupler ce prisme à une source de lumière extérieure et un second moyen optique (3b, 4b) destiné à coupler ce prisme à un photodétecteur extérieur.

10 2. Transducteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément déformable (5) est situé sur la grande face (2c) du prisme et les premier et second moyens optiques de couplage au prisme sont situés respectivement en regard des petites faces (2a, 2b) de ce prisme.

15 3. Transducteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément déformable (5) est situé sur la grande face (2c) du prisme, les premier et second moyens optiques de couplage à ce prisme sont confondus et situés en regard de l'une des petites faces (2a) de ce prisme, et en ce que l'autre petite face (2b) comporte un élément réflecteur (9).

20 4. Transducteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément déformable (5) est situé sur l'une des petites faces (2a) du prisme, les premier et second moyens de couplage optique à ce prisme sont disposés symétriquement en regard de la grande face (2c).

25 5. Transducteur selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'autre petite face (2b) de ce prisme comporte un élément de protection optique (10).

30 6. Transducteur selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il comprend un troisième moyen optique (3c, 3d) de couplage au prisme destiné à fournir une énergie lumineuse de référence.

7. Transducteur selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'un moyen optique de couplage au prisme comprend une

lentille collimatrice (3) et une fibre optique (4) dont l'embout est situé au foyer de cette lentille de collimation.

5 8. Transducteur selon les revendications 1 à 7, caractérisé en ce que l'élément déformable (5) est une membrane flexible disposée parallèlement à la face correspondante du prisme et en ce que cette membrane flexible est un élément absorbant les ondes lumineuses.

9. Transducteur selon la revendication 8, caractérisé en ce que la membrane flexible repose sur les bords d'une microcuvette (7) pratiquée sur la face correspondante du prisme.

10 10. Transducteur selon la revendication 8, caractérisé en ce que cette membrane flexible repose sur la face correspondante du prisme et comporte une microcuvette (7) située en regard de cette face correspondante du prisme.

15 11. Transducteur selon la revendication 8, caractérisé en ce que la membrane flexible (5) est maintenue parallèlement à la face du prisme et supporte un élément métallique (7) comportant un bord effilé.

20 12. Microphone comprenant un boîtier fermé par un couvercle ajouré à l'intérieur duquel est disposé une capsule microphonique, caractérisé en ce que cette capsule microphonique comprend un prisme optique (2) à réflexion interne totale comportant une membrane flexible 5 susceptible d'absorber les ondes lumineuses et en ce que le boîtier comporte deux logements (27 à 27b), chaque logement renfermant un moyen optique de couplage au prisme connecté à une
25 fibre optique.

13. Microphone selon la revendication 12, caractérisé en ce que la capsule microphonique comporte une toile (26) de protection de la membrane flexible (5).

1/4

FIG. 1

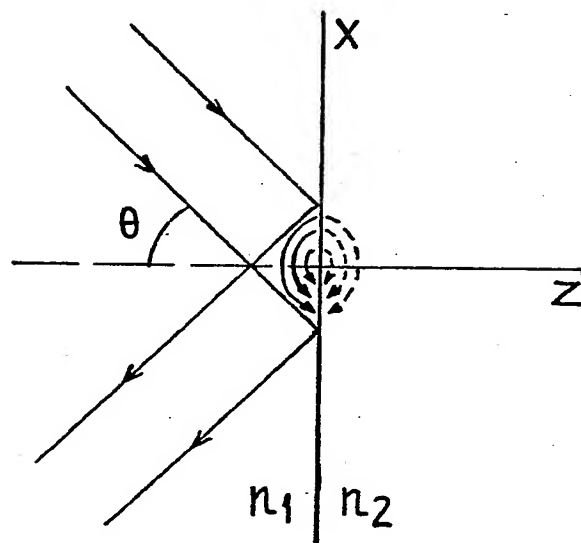
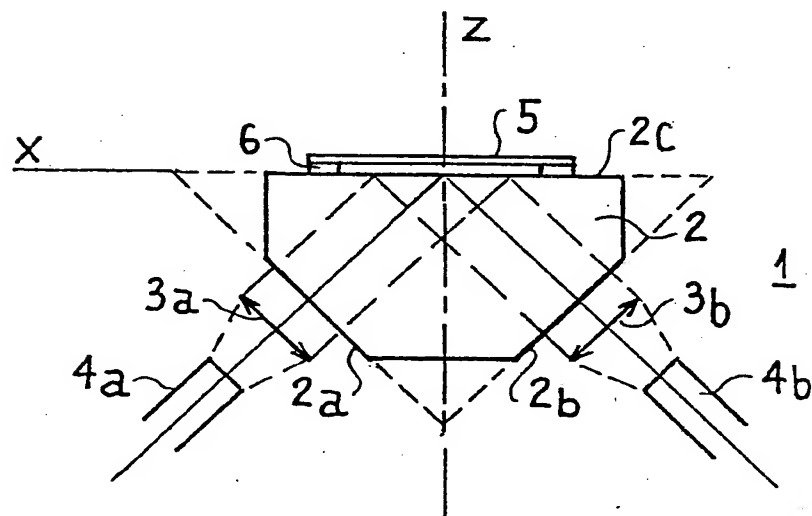
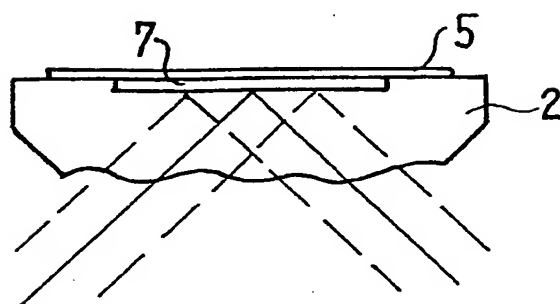


FIG. 2

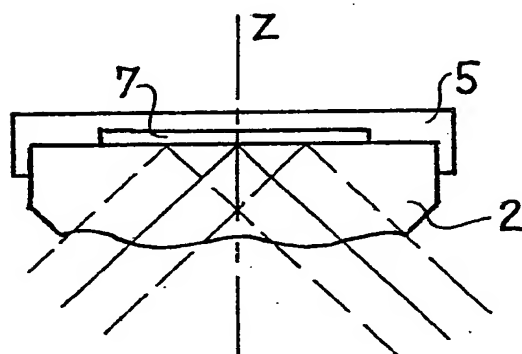


2/4

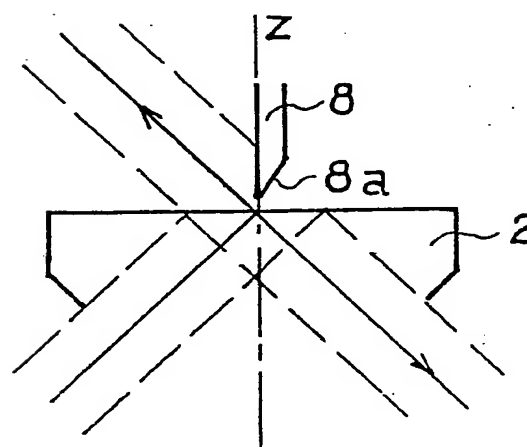
FIG_3-a



FIG_3-b



FIG_4



$\frac{3}{4}$

FIG_5

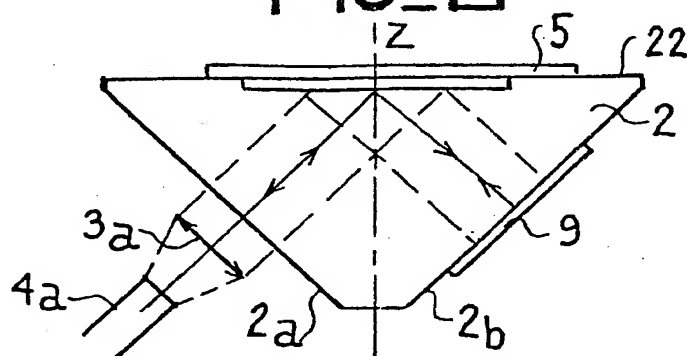


FIG. 5

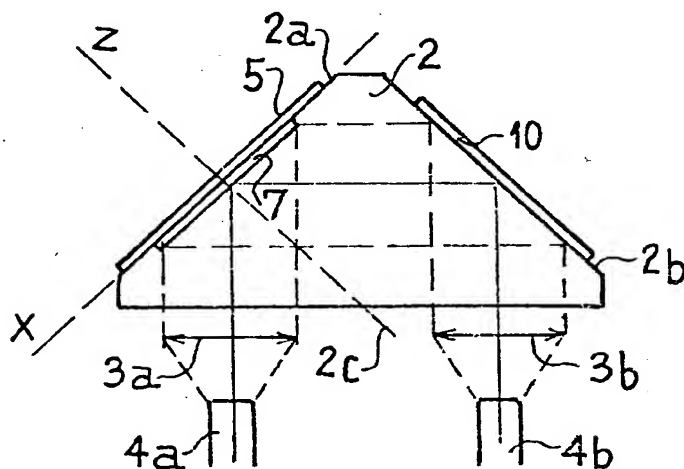
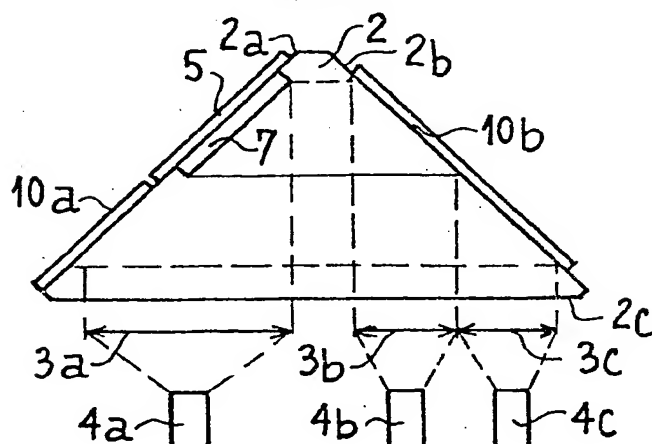


FIG. 7



[illegible]

THIS PAGE BLANK (USPTO)